

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 :

H04N 3/15

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/70864

(43) Internationales  
Veröffentlichungsdatum:

23. November 2000 (23.11.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/04607

(22) Internationales Anmeldedatum: 17. Mai 2000 (17.05.00)

(30) Prioritätsdaten:  
199 22 650.4

18. Mai 1999 (18.05.99)

DE

(71) Anmelder (nur für AT BE CH CY DK ES FI FR GB GR IE IT  
JP LU MC NL PT SE): KONINKLIJKE PHILIPS ELEC-  
TRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621  
BA Eindhoven (NL).

(71) Anmelder (nur für DE): PHILIPS CORPORATE INTELLEC-  
TUAL PROPERTY GMBH [DE/DE]; Habsburgerallee 11,  
D-52066 Aachen (DE).

(72) Erfinder, und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BUSSE, Falko [DE/NL];  
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).  
✓ OVERDICK, Michael [DE/NL]; Prof. Holstlaan 6,  
NL-5656 AA Eindhoven (NL). RUTTEN, Walter [DE/NL];  
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL). POW-  
ELL, Martin, J. [GB/NL]; Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA  
Eindhoven (NL).

(74) Anwalt: VOLMER, Georg; Internationaal Octrooibureau B.V.,  
Prof. Holstlaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,  
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

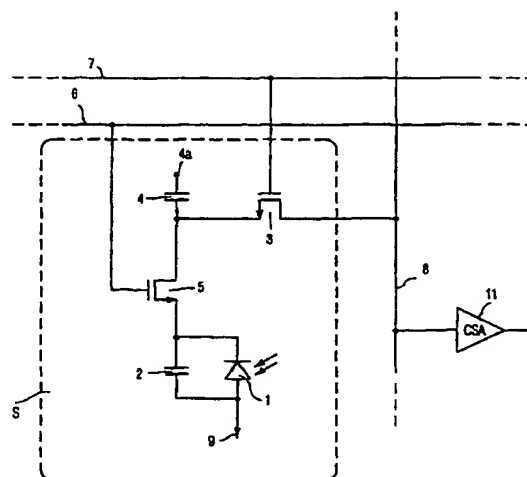
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: SENSOR MATRIX

(54) Bezeichnung: SENSORMATRIX

(57) Abstract

The invention relates to an arrangement of light-sensitive or X-ray sensitive sensors which are arranged in lines and columns in a matrix. Said sensors generate charges according to the amount of incident radiation, whereby each sensor comprises a transistor and a photosensor element with a storage capacitor that is intrinsic and/or connected in parallel to the terminals of said element. At least one switching line is provided for each line of sensors via which the transistors can be activated so that the charges of each of the activated sensors (S) can be simultaneously readout via readout lines (8), in order to reduce, according to the operating mode of the arrangement, the switching noises caused by the readout process of the sensors, and/or to enable a higher image refresh rate, and more stabile operating conditions of the photosensor element, also in the case of larger signals, as well as to be able to expand the dynamic range of the photosensor element. To these ends, the invention provides that each sensor (S) has an additional transistor (5) which is directly connected to the photosensor element (1) and which can be activated via at least one control line (6). In addition, both transistors (3, 5) of each sensor (S) are connected in series, and an electrode of an additional capacitor (4) is connected to the connection of both transistors (3, 5).



### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit in einer Matrix in Zeilen und Spalten angeordneten licht- oder röntgenstrahlenempfindlichen Sensoren, die in Abhängigkeit der auftreffenden Strahlungsmenge Ladungen erzeugen, wobei jeder Sensor jeweils ein Foto-Sensorelement mit intrinsischer und/oder zu dessen Anschlüssen parallel geschalteter Speicherkapazität und jeweils einen Transistor aufweist, mit mindestens einer Schaltung je Sensoren-Zeile, über die die Transistoren aktivierbar sind, so daß die Ladungen der jeweils aktivierten Sensoren (S) gleichzeitig über Ausleseleitungen (8) ausgelesen werden können, um je nach Betriebsweise der Anordnung das Schaltrauschen, das durch den Auslesevorgang der Sensoren verursacht wird, zu reduzieren und/oder eine höhere Bildwiederholrate, stabilere Betriebsbedingungen ermöglichen, indem jeder Sensor (S) einen weiteren direkt mit dem Foto-Sensorelement (1) verbundenen Transistor (5) aufweist, der über mindestens eine Steuerleitung (6) aktivierbar ist und die beiden Transistoren (3, 5) jedes Sensors (S) in Reihe geschaltet sind und an der Verbindung der beiden Transistoren (3, 5) eine Elektrode einer weiteren Kapazität (4) angeschlossen ist.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Sensormatrix

Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit in einer Matrix in Zeilen und Spalten angeordneten licht- oder röntgenstrahlenempfindlichen Sensoren, die in Abhängigkeit der auftreffenden Strahlungsmenge Ladungen erzeugen, wobei jeder Sensor jeweils ein Foto-Sensorelement mit intrinsischer und/oder zu dessen Anschlüssen parallel geschalteter Speicherkapazität und jeweils einen Transistor aufweist, mit mindestens einer  
5 Schaltleitung je Sensoren-Zeile, über die die Transistoren aktivierbar sind, so daß die Ladungen der jeweils aktivierten Sensoren S gleichzeitig über Ausleseleitungen 8 ausgelesen werden können. Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb der Anordnung.

10

Eine derartige Anordnung ist aus der EP 0 440 282 A2 bekannt. Insbesondere bei Anwendungen in der Röntgentechnik treffen auf die Sensoren nur geringe Röntgenstrahlendosen. Infolge dessen ist auch die elektrische Ladung, die in den Foto-Sensorelementen in Abhängigkeit der auftreffenden Strahlung erzeugt wird, nur sehr gering.  
15 Die geringen Ladungsmengen verursachen häufig Probleme, da das ausgelesene Signal mit starkem Rauschen überlagert ist. Um diesem Problem zu begegnen, weist der einzelne Sensor der Anordnung nach der EP 0 440 282 A2 eine möglichst große sensitive Oberfläche auf, um die Strahlungsempfindlichkeit zu vergrößern. Um die großen Oberflächen realisieren zu können, ist in jeder Ausleseleitung der Matrix nur ein Verstärker vorgesehen, der dazu dient,  
20 die ausgelesenen Signale aller Sensoren dieser Spalte zu verstärken.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine verbesserte Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben und ein Verfahren zu deren Betrieb vorzuschlagen. Insbesondere  
25 soll je nach Betriebsweise der Anordnung das Schaltrauschen, das durch den Auslesevorgang der Sensoren verursacht wird, reduziert und/oder eine höhere Bildwiederholrate, stabilere Betriebsbedingungen des Foto-Sensorelements, auch bei größeren Signalen, sowie eine Vergrößerung des dynamischen Bereichs des Foto-Sensorelements ermöglicht werden.

Die Lösung der Aufgabe basiert auf dem Gedanken, einen weiteren, unabhängig von dem ersten Transistor ansteuerbaren Transistor vorzusehen, der mit einer zusätzlichen Kapazität in jedem Sensor zusammenwirkt.

5

Im einzelnen wird die Aufgabe bei einer Anordnung der eingangs erwähnten Art dadurch gelöst, daß jeder Sensor einen weiteren direkt mit dem Foto-Sensorelement verbundenen Transistor aufweist, der über mindestens eine Steuerleitung aktivierbar ist, daß  
10 die beiden Transistoren jedes Sensors in Reihe geschaltet sind und an der Verbindung der beiden Transistoren eine Elektrode einer weiteren Kapazität angeschlossen ist.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung sind beide Transistoren des  
15 Sensors als Feldeffekttransistoren ausgebildet, deren leitfähige Kanäle in Reihe geschaltet sind. Je nach Ansteuerung des Gate-Anschlusses des mit dem Foto-Sensorelement verbundenen Feldeffekttransistors über die Steuerleitung (Steuer-Feldeffekttransistor) lassen sich unterschiedliche Betriebsweisen der Anordnung realisieren. Die einzelnen Betriebsweisen ergeben sich aus den Verfahren zum Betrieb der erfindungsgemäßen  
20 Anordnungen gemäß den Ansprüchen 6 bis 8.

Der Gate-Anschluß des mit dem Steuer-Feldeffekttransistor in Reihe geschalteten Feldeffekttransistors (Schalt-Feldeffekttransistor) ist in an sich bekannter Weise  
25 mit der Schaltleitung verbunden, die zum Auslesen des Sensors aktiviert wird.

Entsprechend den bekannten Schaltleitungen kann je Sensoren-Zeile mindestens eine Steuerleitung zur Ansteuerung der weiteren Transistoren, insbesondere der  
30 Steuer-Feldeffekttransistoren vorgesehen sein. Es ist jedoch auch möglich, nur eine Steuerleitung zur Ansteuerung sämtlicher weiteren Transistoren der gesamten Matrix vorzusehen.

Um wirksam das Schaltrauschen des Schalt-Feldeffekttransistors zu reduzieren, wird in einer Ausgestaltung der Erfindung vorgeschlagen, daß die weitere Kapazität kleiner als die intrinsische und/oder die zu dem Foto-Sensorelement parallelgeschaltete Speicherkapazität ist.

5

Die Bauteile jedes Sensors können in einem Dünnschichtsubstrat nebeneinander und/oder übereinander angeordnet sein. Der zusätzliche Steuer-Feldeffekttransistor kann aus amorphem Silizium oder aus polykristallinem Silizium bestehen.

10

Wird die erfindungsgemäße Anordnung nach den Merkmalen des Anspruchs 9 betrieben, erzielt man eine kontinuierliche Ladungsübertragung auf die weitere Kapazität. Indem die Spannung an dem Foto-Sensorelement konstant gehalten wird, wird anstelle der Speicherkapazität die weitere Kapazität entladen, wenn Strahlung auf das Foto-Sensorelement fällt. Für diese Betriebsweise des Steuer-Feldeffekttransistors wird im folgenden die Bezeichnung "Ladungspumpe" verwendet. Folglich wird die weitere Kapazität während des Auslesens über die Ausleseleitung wieder aufgeladen. Wenn die weitere Kapazität kleiner als die Speicherkapazität ist, reduziert sich das Schaltrauschen, das proportional zur Größe der ausgelesenen Kapazität ist.

15

20

Da die Spannung an dem Foto-Sensorelement konstant gehalten wird, arbeitet das Foto-Sensorelement auch bei großen Signalen noch stabil, weil es ständig am gleichen Arbeitspunkt betrieben wird. Zusätzlich ergibt sich ein größerer dynamischer Bereich des Sensors, wenn der maximale Spannungshub über der weiteren Kapazität geeignet gewählt wird.

25

30

Eine gesteuerte Ladungsübertragung zwischen der Speicherkapazität und der weiteren Kapazität läßt sich durch einen Betrieb der erfindungsgemäßen Anordnung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 10 realisieren. Bei einer solchen Betriebsweise wird die Ladung von der weiteren Kapazität ausgelesen, während die auf dem Foto-Sensorelement

auftreffende Strahlung auf der Speicherkapazität bereits neue Ladungen erzeugt. Hierzu wird der Steuer-Feldeffekttransistor zeitweise als Ladungspumpe betrieben.

5 Auch bei der gesteuerten Ladungsübertragung wirkt sich eine gegenüber der Speicherkapazität kleinere weitere Kapazität reduzierend auf das Schaltrauschen des Schalt-Feldeffekttransistors aus. Durch die zeitliche Überlappung der Ladungsintegration auf der Speicherkapazität und des Auslesens der weiteren Kapazität läßt diese Betriebsweise höhere Bildwiederholraten zu, als dies bei bisherigen Anordnungen möglich war.

10 Bei einem Betrieb der erfindungsgemäßen Anordnung gem. den Merkmalen des Anspruchs 11, wird die Speicherkapazität effektiv um die weitere Kapazität vergrößert. Bei einer gegebenen Vorspannung an dem Foto-Sensorelement, insbesondere einer Fotodiode  
15 wird deren dynamischer Bereich vergrößert.

Eine preiswerte und einfache Möglichkeit zur Realisierung einer erfindungsgemäßen Anordnung eröffnet die an sich bekannte Mehrschicht-  
20 Bildsensortechnologie mit obenliegendem Foto-Sensorelement, insbesondere Fotodiode, in Ausgestaltung des Anspruchs 6.

Sollen Bottomgate-Feldeffekttransistoren zum Einsatz kommen, vermeidet ein  
25 Aufbau der weiteren Kapazität als Reihenschaltung aus zwei Kondensatoren gemäß den Merkmalen des Anspruchs 7 die Notwendigkeit von Durchkontaktierungen durch das Gate-Dielektrikum und spart somit Prozess-Schritte in der Herstellung der Sensoren.

30 Um Kreuzungen der gemeinsamen Elektrode mit der Ausleseleitung zu vermeiden, ist ein Aufbau der Anordnung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 8 zweckmäßig.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Figuren näher erläutert,

Figur 1: Ausschnitt der Schaltungsanordnung für einen röntgenstrahlempfindlichen Sensor.

5                    Figur 2: eine schematische Darstellung eines Layouts einer Schaltungsanordnung nach Figur 1,

Figur 3: einen Querschnitt durch einen Sensor mit Bottomgate-Feldeffekttransistor. Technologie einer Matrix mit einer Schaltungsanordnung nach Figur 1 sowie

10                    Figur 4: einen Querschnitt durch einen Sensor mit Topgate-Feldeffekttransistor-. Technologie einer Matrix mit einer Schaltungsanordnung nach Figur 1.

In Figur 1 ist lediglich ein Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Anordnung dargestellt, der lediglich einen röntgenstrahlempfindlichen Sensor S zeigt. Sämtliche Sensoren des Ausführungsbeispiels weisen n-Kanal-Feldeffekttransistoren auf. Selbstverständlich liegt es im Rahmen der Erfindung anders ausgeführte Feldeffekttransistoren zu verwenden.

20                    In an sich bekannter Weise besteht eine Matrix aus einer Vielzahl, beispielsweise 2000 x 2000 Sensoren S, die in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Die jeweils ersten Sensoren S einer Zeile der Matrix bilden zusammen die erste Spalte, die jeweils zweiten Sensoren jeder Zeile zusammen die zweite Spalte usw.

25                    Jeder Sensor S weist ein Foto-Sensorelement auf. Dieses Foto-Sensorelement kann bei Einsatz geeigneter Halbleiter selbst bereits für Röntgenstrahlen empfindlich sein. Es kann sich aber auch um eine lichtempfindliche Fotodiode 1 handeln, die dann Licht empfängt, wenn auf eine über ihr angeordnete Szintillatorschicht Röntgenstrahlung trifft. Ohne Szintillatorschicht ist die Anordnung auch zur direkten Erfassung von Licht geeignet.

30                    Parallel zu den Anschlüssen der Fotodiode 1 ist eine Speicherkapazität 2 geschaltet. Die Anode der Fotodiode 1 sowie eine Elektrode der Speicherkapazität 2 sind mit einer allgemeinen Elektrode 9 verbunden, welche diese mit einer negativen Gleichspannung vorspannt. Die Kathode der Fotodiode 1 sowie die andere Elektrode der Speicherkapazität 2 sind mit einem Source-Anschluß eines Steuer-Feldeffekttransistors 5 verbunden. Der Drain-

Anschluß dieses Steuer-Feldeffekttransistors 5 ist wiederum mit einem Source-Anschluß eines Schalt-Feldeffekttransistors 3 verbunden.

5           Trifft auf die Fotodiode 1 Strahlung auf, werden in der Fotodiode 1 Ladungsträgerpaare (Ladungen) erzeugt, wodurch die geladene Speicherkapazität teilweise entladen wird. Die Entladung hängt von der Anzahl der auf die Fotodiode 1 auftreffenden Photonen ab. Durch Ausgleichen der jeweils fehlenden Ladung über die leitfähigen Kanäle der Feldeffekttransistoren 3, 5 läßt sich jeder Sensor einzeln auslesen. Dazu ist für jede Zeile  
10 der Sensormatrix eine Steuerleitung 6 und eine Schaltleitung 7 vorgesehen. Die Schaltleitung 7 ist mit den Gate-Anschlüssen der Schalt-Feldeffekttransistoren 3 und die Steuerleitung mit den Gate-Anschlüssen der Steuer-Feldeffekttransistoren 5 der Sensoren S verbunden.

          Die Schalt- und Steuerleitungen 6, 7 aktivieren somit die  
15 Feldeffekttransistoren 3, 5 der ihnen zugeordneten Zeile der Matrix. Sie werden beispielsweise mittels einer in der Figur nicht dargestellten, an sich bekannten Treiberschaltung angesteuert, die verschiedene analoge Steuerspannungen auf die Leitungen 6,7 aufschaltet. Die Treiberschaltung dient dazu, zum Auslesen der in den Sensoren S gespeicherten Ladungen die Zeilen der Sensormatrix nacheinander zu aktivieren.

20           Für jede Spalte der Matrix ist in bekannter Weise eine Ausleseleitung 8 vorgesehen. Die Ausleseleitungen 8 sind sämtlich mit den Drain-Anschlüssen der Schalt-Feldeffekttransistoren 3 der Sensoren der jeweiligen Spalte verbunden. Regelmäßig ist jeder Ausleseleitung 8 ein Verstärker 11 zugeordnet, der die in den einzelnen Sensoren S  
25 zeilenweise fließenden Ladungen integriert. Diese Verstärker 11 sind einem nicht dargestellten Analogmultiplexer vorgeschaltet, dessen Eingänge mit den Ausgängen der Verstärker verbunden sind. In dem Analogmultiplexer werden die gleichzeitig und parallel eintreffenden Ladungen aus jeweils einer Zeile der Matrix in ein seriellles Signal umgesetzt, das zur Weiterverarbeitung an einem seriellen Ausgang des Analogmultiplexers zur  
30 Verfügung steht.

          An dem Drain-Anschluß des Steuer-Feldeffekttransistors 5 bzw. dem Source-Anschluß des Schalt-Feldeffekttransistors 3 ist eine Elektrode einer weiteren Kapazität 4 angeschlossen, deren andere Elektrode 4a ebenfalls an der allgemeinen Elektrode 9 oder



einer davon unabhängigen allgemeinen Elektrode angeschlossen ist. Es liegt im Rahmen der Erfindung, in die Verbindung zwischen Steuer-Feldeffekttransistor 5 und Schalt-Feldeffekttransistors 3 jedes Sensors S einen oder mehrere Kaskodetransistoren zu schalten, um die Drain-Spannung am Steuer-Feldeffekttransistor 5 zu stabilisieren.

5

Die weitere Kapazität 4 erlaubt in Verbindung mit dem Steuer-Feldeffekttransistor 5, dessen Gate-Anschluß über die Steuerleitung 6 angesteuert wird, folgende Betriebsweisen der einzelnen Sensoren S der erfindungsgemäßen Anordnung:

#### 10 A. Kontinuierliche Ladungsübertragung

Indem eine geeignete Spannung über die Steuerleitung 6 an den Gate-Anschluß des Steuer-Feldeffekttransistors 5 angelegt wird, kann dieser als Ladungspumpe arbeiten. Geeignet ist eine Spannung, wenn der Steuer-Feldeffekttransistor 5 im

15 Sättigungsbereich arbeitet. Hierdurch wird die an der Fotodiode 1 und der Speicherkapazität 2 anliegende Spannung konstant gehalten.

Wenn in diesem Betriebsmodus des Sensors S auf die Fotodiode 1 Strahlung auftrifft, wird nicht mehr die Speicherkapazität 2 der Fotodiode 1 entladen, sondern die

20 weitere Kapazität 4. Wird nun der Schalt-Feldeffekttransistor 3 zum Auslesen geschlossen, wird die weitere Kapazität 4 während des Auslesens der Ladung über die Ausseleitung 8 wieder aufgeladen.

#### B. Gesteuerte Ladungsübertragung

25

Die Ladungsübertragung von der weiteren Kapazität 4 auf die Speicherkapazität 2 wird durch die Spannung an der Steuerleitung 6 bestimmt. Aufgrund dieses Zusammenhangs ist es möglich, in bestimmten Phasen der Bilddatenaquisition die unter A. beschriebene Ladungsübertragung zu unterbinden, indem über die Steuerleitung 6 an

30 den Gate-Anschluß des Feldeffekttransistors 5 eine im Verhältnis zur Spannung am Source-Anschluß negative Spannung angelegt wird, so daß der Steuer-Feldeffekttransistor 5 sperrt.

Durch Unterbinden der Ladungsübertragung wird zunächst lediglich die Speicherkapazität 2 entladen und erst anschließend aus der weiteren Kapazität 4 wieder aufgeladen. Das Ausgleichen der Ladung auf der weiteren Kapazität 4 über den aktivierten Schalt-Feldeffekttransistor 3 und die Ausleseleitung 8 kann dann stattfinden, wenn auf die  
5 Fotodiode 1 bereits wieder Strahlung auftrifft und die Kapazität 2 entladen wird.

### C. Vergrößerung der Speicherkapazität

Indem eine im Verhältnis zur Spannung am Source-Anschluß große positive  
10 Spannung am Gate-Anschluß des Steuer-Feldeffekttransistors 5 angelegt wird, wird dessen Kanal leitfähig. Indem diese Spannung aufrecht erhalten wird, wird eine ständige Verbindung zwischen der Speicherkapazität 2 und der weiteren Kapazität 4 hergestellt. Im Ergebnis ist daher die Gesamtkapazität, die zur Fotodiode 1 parallelgeschaltet ist, um die zusätzliche Kapazität 4 vergrößert. Durch diese Maßnahme läßt sich der dynamische Bereich der  
15 Fotodiode 1 bei gegebener Vorspannung vergrößern.

Figur 2 zeigt eine Möglichkeit der Realisierung einer Schaltung nach Figur 1 in der an sich bekannten Mehrschicht-Bildsensortechnologie mit obenliegender Diode, wie  
20 sie beispielsweise in M.J. Powell, C. Glasse, I.D. French, A.R. Franklin, J.R. Hughes and J.E. Curran, Materials Research Symposium Proceedings, 467 863 (1997) beschrieben ist. Übereinstimmend mit Figur 1 gibt Figur 2 lediglich exemplarisch einen Sensor als Ausschnitt der Matrix aus einer Vielzahl von gleich aufgebauten Sensoren wieder.

25

Zwei Hauptverbindungen sind in beiden Richtungen des Sensors vorgesehen: die Schaltleitung 7 und die Steuerleitung 6 und rechtwinklig zu diesen Leitungen die Ausleseleitung 8 und die allgemeine Elektrode 9. Wie aus den Figuren 3 und 4 erkennbar  
sind in der Mehrschicht-Bildsensortechnologie drei Metallisierungsschichten 12, 13, 14  
30 ausgeführt, so daß grundsätzlich für den Verlauf der gemeinsamen Elektrode 9 eine der beiden Richtungen frei gewählt werden kann. Es ist jedoch vorteilhaft, wie in Figur 2 gezeigt, Kreuzungen mit der Ausleseleitung 8 zu vermeiden.

Figur 3 zeigt einen Querschnitt durch einen in der Mehrschicht-Bildsensortechnologie ausgeführten Sensor S mit dem Schalt-Feldeffekttransistor 3 und Steuer-Feldeffekttransistor 5 als Bottomgate-Feldeffekttransistor. Im einzelnen weist der Sensor S eine erste Metallisierungsschicht 12, eine darüber angeordnete zweite Metallisierungsschicht 13 und eine darüber angeordnete dritte Metallisierungsschicht 14 auf.

In der ersten Metallisierungsschicht 12 befindet sich das Gate-Metall für die Steuerleitung 6 und die Schaltleitung 7 sowie ein weiterer Metallisierungsbereich 15, der Bestandteil der weiteren Kapazität 4 ist. Zwischen der darüberliegenden Metallisierungsschicht 13 und der ersten Metallisierungsschicht 12 befindet sich eine Schicht Gate-Dielektrikum 16, auf der bereichsweise amorphes Silizium als Halbleitermaterial 17 aufgebracht ist. In der zweiten Metallisierungsschicht 13 auf dem Halbleitermaterial 17 befinden sich die Drain- und Source Anschlüsse des Schalt-Feldeffekttransistors 3 und des Steuer-Feldeffekttransistors 5 sowie zwei weitere Metallisierungsbereiche 18, 19, die ebenfalls Bestandteile der weiteren Kapazität 4 sind. Die Metallisierungsbereiche 15, 18, 19 der ersten und zweiten Metallisierungsschicht bilden, getrennt durch das Gate-Dielektrikum 16, zwei Kondensatoren, die in Reihenschaltung die weitere Kapazität 4 ergeben. Der Metallisierungsbereich 15 in der ersten Metallisierungsschicht 12 ist gemeinsame Elektrode und galvanische Verbindung der beiden hintereinandergeschalteten Kondensatoren, während die Metallisierungsbereiche 18, 19 die Gegenelektroden der beiden in Reihe geschalteten Kondensatoren bilden. Die Reihenschaltung vermeidet die Notwendigkeit von Durchkontaktierungen durch das Gate-Dielektrikum 16, da die zusätzliche Kapazität 4 zwischen der gemeinsamen Elektrode 9 und dem Source-Anschluss des Schalt-Feldeffekttransistors 3 liegt.

Die durch den Metallisierungsbereich 18 gebildete Gegenelektrode ist über eine zusätzliche Durchkontaktierung 21 mit der allgemeinen Elektrode 9 verbunden. Der Metallisierungsbereich 18 entspricht dem Anschluß 4 a der zusätzlichen Kapazität 4 in Figur 1, der in dieser Ausführungsform mit der allgemeinen Elektrode 9 verbunden ist. Die Durchkontaktierung 22 ist auch bei den in herkömmlicher Mehrschicht-Bildsensortechnologie hergestellten Sensoren schon vorhanden und verbindet die eine

intrinsische Kapazität aufweisende Fotodiode 1, 2 mit dem Source Anschluß des Steuer-Feldeffekttransistors 5 in der Metallisierungsschicht 13 (vgl. auch Figur 1).

5                   Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch einen in der Mehrschicht-Bildsensortechnologie ausgeführten Sensor S mit dem Schalt-Feldeffekttransistor 3 und Steuer-Feldeffekttransistor 5 als Topgate-Feldeffekttransistor. In dieser Ausführung des Sensors S befindet sich der Source-Anschluß des Schalt-Feldeffekttransistors 3 in der Metallisierungsschicht 12. Die Kapazität 4 nutzt das Gate-Dielektrum 16 der  
10 Feldeffekttransistoren 3, 5, das sich über den gesamten Bereich des Sensors S erstreckt. Bei diesem Layout ist es nicht notwendig, die weitere Kapazität 4 in zwei in Serie geschaltete Kondensatoren aufzuteilen, weil sich der Source-Anschluss des Schalt-Feldeffekttransistors 3 in der Metallisierungsschicht 12 befindet, die das Source-/Drainmetall der beiden Feldeffekttransistoren 3,5 sowie die Gegenelektrode der weiteren Kapazität 4 bildet. Die  
15 Metallisierungsschicht 13 beinhaltet die mit der gemeinsamen Elektrode 9 verbundene Elektrode der zusätzlichen Kapazität 4 sowie die Gate-Anschlüsse der beiden Feldeffekttransistoren 3,5.

20                   Neben den beschriebenen Ausführungsformen könnte die weitere Kapazität 4 in der Isolierschicht 23 zur Passivierung der Fotodiode 1,2 realisiert werden. Dies würde allerdings nach wie vor eine Durchkontaktierung erfordern. Außerdem beansprucht eine dort platzierte Kapazität Fläche auf dem Isolator 24 und verringert damit den aktiven Bereich der Fotodiode 1,2.

## PATENTANSPRÜCHE:

1. Anordnung mit in einer Matrix in Zeilen und Spalten angeordneten licht- oder röntgenstrahlenempfindlichen Sensoren (S), die in Abhängigkeit der auftreffenden Strahlungsmenge Ladungen erzeugen, wobei jeder Sensor (S) jeweils ein Foto-Sensorelement (1) mit intrinsischer und/oder zu dessen Anschlüssen parallel geschalteter Speicherkapazität (2) und jeweils einen Transistor (3) aufweist, mit mindestens einer Schaltleitung (7) je Sensoren-Zeile, über die die Transistoren (3) aktivierbar sind, so daß die Ladungen der jeweils aktivierten Sensoren (S) gleichzeitig über Ausleseleitungen (8) ausgelesen werden können, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor (S) einen weiteren direkt mit dem Foto-Sensorelement (1) verbundenen Transistor (5) aufweist, der über mindestens eine Steuerleitung (6) aktivierbar ist, daß die beiden Transistoren (3, 5) jedes Sensors (S) in Reihe geschaltet sind und an der Verbindung der beiden Transistoren (3, 5) eine Elektrode einer weiteren Kapazität (4) angeschlossen ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die weiteren Transistoren (5) über mindestens eine Steuerleitung (6) je Sensoren-Zeile oder eine Steuerleitung für die gesamte Matrix aktivierbar sind.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß beide Transistoren (3, 5) jedes Sensors als Feldeffekttransistoren ausgebildet sind, deren leitfähige Kanäle in Reihe geschaltet sind, wobei der Gate-Anschluß des mit dem Foto-Sensorelement (1) verbundenen Steuer-Feldeffekttransistors (5) mit der Steuerleitung (6) und der Gate-Anschluß des in Reihe geschalteten Schalt-Feldeffekttransistors (3) mit der Schaltleitung (7) verbunden ist.
4. Anordnung nach Anspruch 1 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Kapazität (4) kleiner als die Speicherkapazität (2) ist.

5. Anordnung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestandteile des Sensors (5) in einem Dünnschichtsubstrat übereinander und/oder nebeneinander angeordnet sind.

5 6. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Sensor (S) in Mehrschicht-Bildsensortechnologie mit oberliegendem Foto-Sensorelement (1) mit einer ersten Metallisierungsschicht (12), einer darüber angeordneten zweiten Metallisierungsschicht (13) und einer über der zweiten Metallisierungsschicht (13) angeordneten dritten Metallisierungsschicht (14) sowie einer Schicht Gate-Dielektrikum (16) zwischen der ersten und zweiten Metallisierungsschicht (12, 13) ausgeführt ist, wobei  
10 Metallisierungsbereiche (15, 18, 19) in der ersten und zweiten Metallisierungsschicht (12, 13) die weitere Kapazität (4) bilden, die über eine im Randbereich des Sensors (S) angeordnete Durchkontaktierung (21) mit der allgemeinen Elektrode (9) verbunden ist.

15 7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Metallisierungsbereich (15) in der ersten Metallisierungsschicht (12) Bestandteil der weiteren Kapazität (4) ist, daß zwei Metallisierungsbereiche (18, 19) in der zweiten Metallisierungsschicht (13) ebenfalls Bestandteile der weiteren Kapazität (4) sind, wobei die Metallisierungsbereiche (15, 18, 19) der ersten und zweiten Metallisierungsschicht (12, 13)  
20 die Elektroden von zwei Kondensatoren bilden, die in Reihenschaltung die weitere Kapazität (4) ergeben, wobei der Metallisierungsbereich (15) in der ersten Metallisierungsschicht (12) gemeinsame Elektrode und galvanische Verbindung der beiden in Reihe geschalteten Kondensatoren ist, während die Metallisierungsbereiche (18, 19) in der zweiten Metallisierungsschicht (13) die Gegenelektroden der beiden in Reihe geschalteten  
25 Kondensatoren bilden.

8. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalt-(7) und die Steuerleitung (6) parallel zueinander und senkrecht zur Ausleseleitung (8) und allgemeinen Elektrode (9) verlaufen.

30 9. Verfahren zum Betrieb einer Anordnung nach einem der Ansprüche 3 - 8, dadurch gekennzeichnet,

daß die an dem Gate-Anschluß des Steuer-Feldeffekttransistors (5) jedes Sensors (S) anliegende Spannung so gewählt wird, daß dieser die Spannung an dem Foto-Sensorelement(1) konstant hält und somit als Ladungspumpe arbeitet.

- 5 10. Verfahren zum Betrieb einer Anordnung nach einem der Ansprüche 3 -8, dadurch gekennzeichnet, daß der leitfähige Kanal des Steuer-Feldeffekttransistors (5) jedes Sensors (S) während der Ladungsintegration der auf dem Foto-Sensorelement (1) auftreffenden Strahlung auf die Speicherkapazität (2) gesperrt wird und daß die Ladung anschließend durch Ent Sperren des leitfähigen Kanals auf die weitere Kapazität (4)
- 10 übertragen und von dort durch Ent sperren des leitfähigen Kanals des Schalt-Feldeffekttransistors (3) ausgelesen wird.
11. Verfahren zum Betrieb einer Anordnung nach einem der Ansprüche 3 - 8 , dadurch gekennzeichnet, daß die an dem Gate-Anschluß des Steuer-Feldeffekttransistors (5)
- 15 anliegende Spannung jedes Sensors (S) so groß gewählt wird, daß dessen leitfähiger Kanal die Speicherkapazität (2) direkt mit der weiteren Kapazität (4) verbindet.
12. Verwendung der Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 in einem Röntgen-Untersuchungsgerät.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



1/3

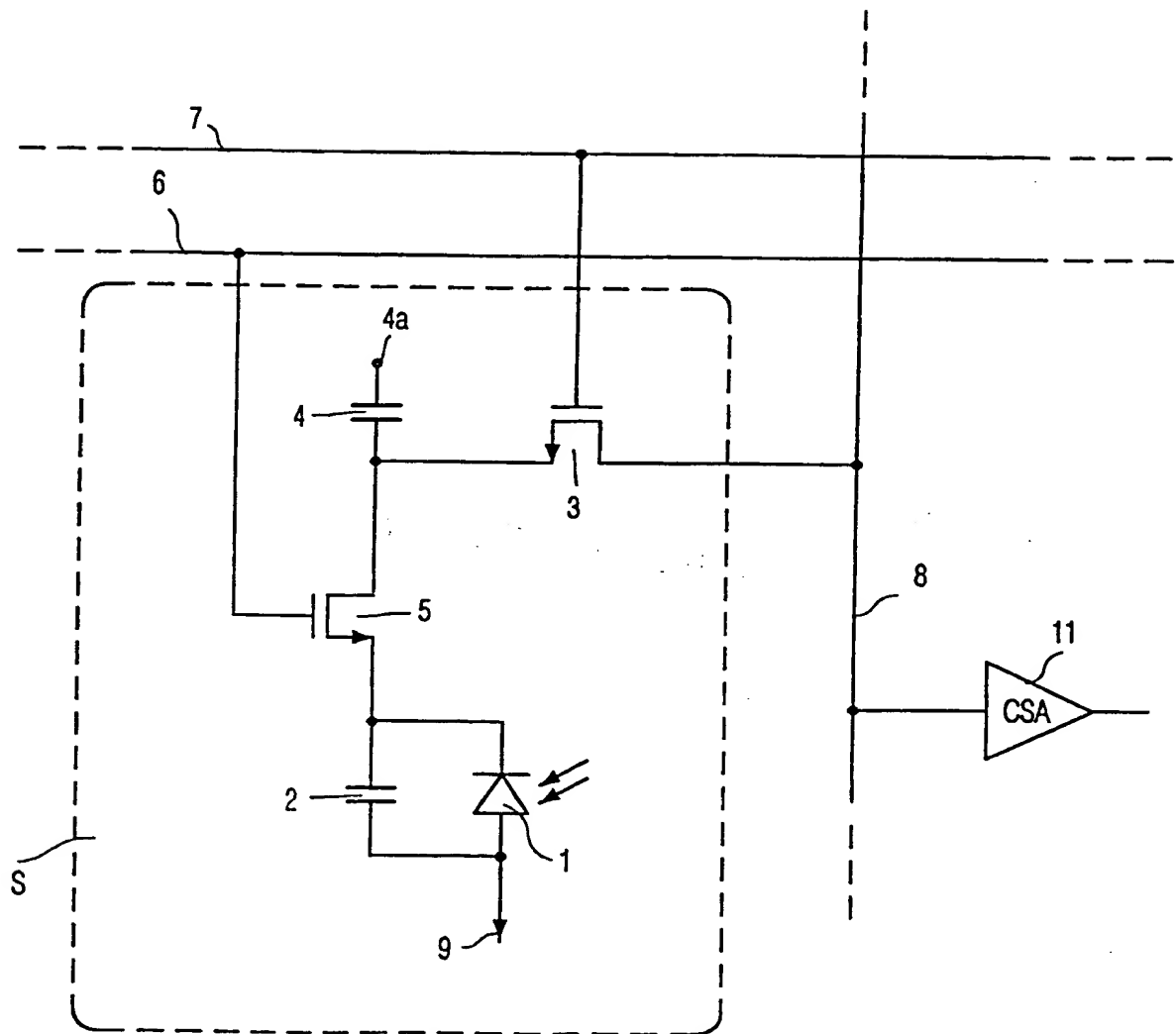


FIG. 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

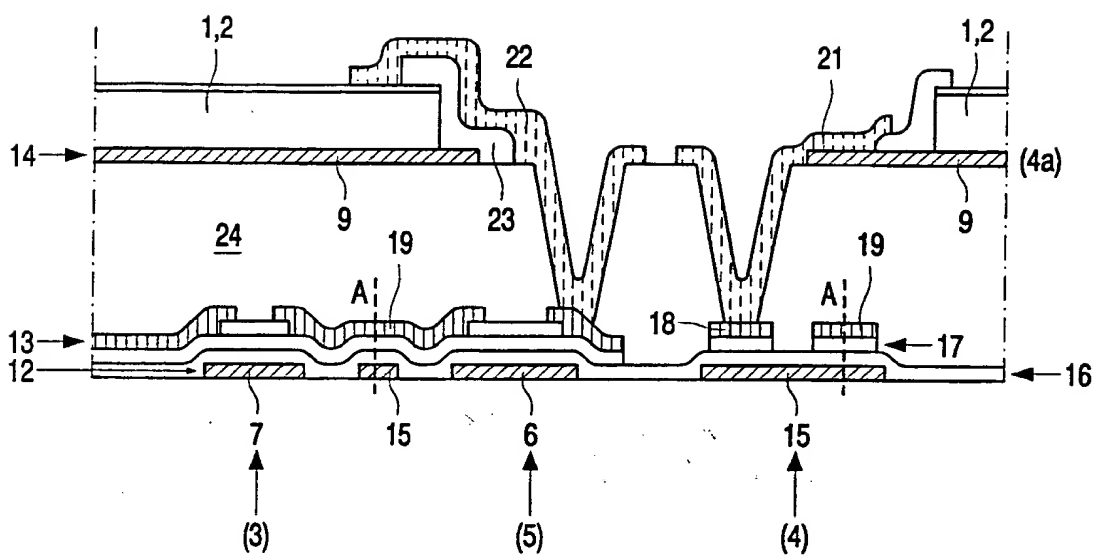


FIG. 3

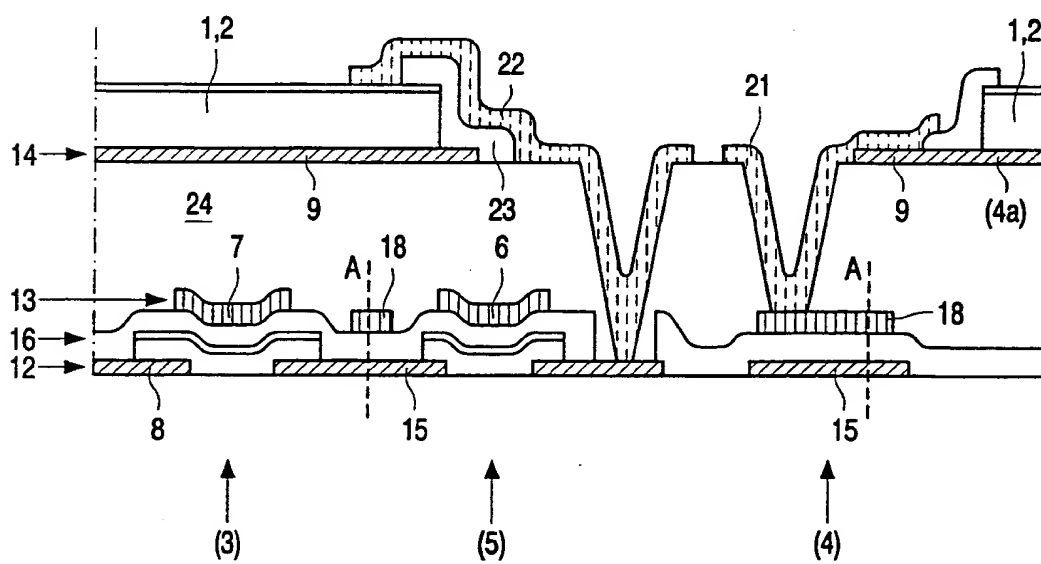


FIG. 4

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/04607

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4839735 A	13-06-1989	JP 2577559 B	05-02-1997
		JP 63254765 A	21-10-1988
		JP 63283371 A	21-11-1988
		JP 1018255 A	23-01-1989
		JP 5011828 B	16-02-1993
		JP 63157581 A	30-06-1988
		JP 1805081 C	26-11-1993
		JP 5011829 B	16-02-1993
		JP 63161784 A	05-07-1988
		JP 1993680 C	22-11-1995
		JP 5011830 B	16-02-1993
		JP 63161780 A	05-07-1988
		JP 2075155 C	25-07-1996
		JP 5011831 B	16-02-1993
		JP 63161781 A	05-07-1988
EP 0777379 A	04-06-1997	US 5978025 A	02-11-1999
WO 9926408 A	27-05-1999	KEINE	

# INTERNATIONALE RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/04607

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04N3/15

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04N

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 839 735 A (KYOMASU MIKIO ET AL) 13. Juni 1989 (1989-06-13) Spalte 3, Zeile 52 - Spalte 4, Zeile 2 Spalte 4, Zeile 21 - Zeile 50 Spalte 9, Zeile 57 - Spalte 10, Zeile 6; Abbildung 4	1-4, 11
X	EP 0 777 379 A (SGS THOMSON MICROELECTRONICS) 4. Juni 1997 (1997-06-04) Seite 4, Zeile 18 - Zeile 32; Abbildung 2	1, 10
P, X	WO 99 26408 A (FOVEONICS INC) 27. Mai 1999 (1999-05-27) Seite 8, Zeile 29 - Seite 9, Zeile 6 Seite 5, Zeile 24 - Zeile 28; Abbildung 6	1, 11

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juli 2000

Abschließdatum des internationalen Recherchenberichts

27/07/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Bequet, T



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/04607

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04N3/15

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 839 735 A (KYOMASU MIKIO ET AL) 13 June 1989 (1989-06-13) column 3, line 52 -column 4, line 2 column 4, line 21 - line 50 column 9, line 57 -column 10, line 6; figure 4	1-4, 11
X	EP 0 777 379 A (SGS THOMSON MICROELECTRONICS) 4 June 1997 (1997-06-04) page 4, line 18 - line 32; figure 2	1, 10
P, X	WO 99 26408 A (FOVEONICS INC) 27 May 1999 (1999-05-27) page 8, line 29 -page 9, line 6 page 5, line 24 - line 28; figure 6	1, 11

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 2000

Date of mailing of the international search report

27/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Bequet, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/04607

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4839735	A	13-06-1989	JP 2577559 B	05-02-1997
			JP 63254765 A	21-10-1988
			JP 63283371 A	21-11-1988
			JP 1018255 A	23-01-1989
			JP 5011828 B	16-02-1993
			JP 63157581 A	30-06-1988
			JP 1805081 C	26-11-1993
			JP 5011829 B	16-02-1993
			JP 63161784 A	05-07-1988
			JP 1993680 C	22-11-1995
			JP 5011830 B	16-02-1993
			JP 63161780 A	05-07-1988
			JP 2075155 C	25-07-1996
			JP 5011831 B	16-02-1993
			JP 63161781 A	05-07-1988
EP 0777379	A	04-06-1997	US 5978025 A	02-11-1999
WO 9926408	A	27-05-1999	NONE	